

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-239188

⑬ Int. Cl.⁵

C 30 B 25/18
// C 30 B 29/40
H 01 L 21/205

識別記号

庁内整理番号

8518-4G
8518-4G
7739-5F

⑭ 公開 平成2年(1990)9月21日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 エピタキシャル成長方法

⑯ 特 願 平1-58247

⑰ 出 願 平1(1989)3月9日

⑱ 発 明 者 菅 和 彦 埼玉県戸田市新曾南3丁目17番35号 日本鉱業株式会社電子材料・部品研究所内
⑲ 発 明 者 甲 斐 莊 敬 司 埼玉県戸田市新曾南3丁目17番35号 日本鉱業株式会社電子材料・部品研究所内
⑳ 発 明 者 泉 清 一 埼玉県戸田市新曾南3丁目17番35号 日本鉱業株式会社電子材料・部品研究所内
㉑ 出 願 人 日本鉱業株式会社 東京都港区虎ノ門2丁目10番1号
㉒ 代 理 人 弁理士 大日方 富雄 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

エピタキシャル成長方法

2. 特許請求の範囲

(1) 化合物半導体単結晶ウェーハの表面を、その面方位が<100>方向から角度で0.1~0.5°傾くように鏡面加工した後、その表面に有機金属気相エピタキシャル法により、基板温度が600~700℃の条件でエピタキシャル層を成長させるようにしたことを特徴とするエピタキシャル成長方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、ウェーハ上へのエピタキシャル成長技術に関し、特に化合物半導体単結晶ウェーハ上にMOCVD(有機金属気相エピタキシャル成長法)によりエピタキシャル層を形成する場合に利用して効果的な技術に関する。

〔従来の技術〕

従来、MOCVDやMBE(分子線エピタキシ

一)、クロライドCVD、ハイドライドCVDなどの気相エピタキシャル成長法によって化合物半導体単結晶ウェーハ上にエピタキシャル層を成長させた場合、グロースピラミッド(growth pyramids)やファセットテッドディフェクト(faceted defects)と呼ばれる表面欠陥が生じるという問題があった。

上記問題を解決するため、例えばウェーハの成長面を<100>方位から1~7°傾けて気相成長を行なう方法(以下、オフアングル法と称する)が提案されている(「Journal of Crystal Growth 88」Elsevier Science Publishers B.V. (Nouth-Holland Physics Publishing Division) pp53~pp66)。

面方位を1~7°傾けるという上記オフアングル法にあっては、主として転位の上に発達するグロースピラミッドやファセットテッドディフェクトと呼ばれる欠陥を、著しく低減させることができ

る。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、従来、半導体レーザのように結晶表面にグレーティングを施さなければならないデバイスの材料には上述したようなオフアングルのウェーハを使用することはできないため、面方位が $\langle 100 \rangle$ ジャストと呼ばれるものが使用されていた。しかし、従来の面方位ジャスト品を用いて気相成長を行なうと、エピタキシャル成長層の表面に欠陥が現われたり現われなかったりする場合があった。

この発明は上記のような背景の下になされたもので、その目的とするところは、ウェーハ表面にMOCVDによるエピタキシャル層を形成する場合において、成長膜の表面に生じる異常成長欠陥を大幅に低減できるようなエピタキシャル成長方法を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

本発明者らは、従来の面方位ジャスト品を用いて気相成長させたウェーハの表面に欠陥が現われ

(2)

たり現われなかったりする原因を究明すべく、種々の実験を繰り返した結果、従来の面方位ジャスト品と呼ばれるものの中には、オフアングルが 0.5° 以下のものが含まれていること、また、気相成長に伴う表面欠陥は、上記グロースピラミッドやファセットデフェクトだけではなく、第2図(A)に示すような涙状の異常成長欠陥(以下、涙状欠陥と称する)があり、この涙状欠陥は 0.5° 以下のオフアングルウェーハ上に気相成長を行なう際に生じ、オフアングルが 0.1° 以下ではそれは最大 $10^4 \sim 10^5 \text{ cm}^{-2}$ にも達することを見出した。

なお、第2図は微分干渉顕微鏡写真であり、ここに現われている涙状欠陥は、成長層の厚さが $3 \mu\text{m}$ の円形または楕円形の突起物である。

この発明は、上記知見に基づいて、MOCVD法によるエピタキシャル成長法用基板として、面方位を $\langle 100 \rangle$ 方向から $0.1 \sim 0.5^\circ$ 好ましくは $0.1 \sim 0.2^\circ$ 傾けたウェーハを用い、かつ基板温度を 600°C 以上 700°C 以下の条件

でエピタキシャル成長させることを提案するものである。

〔作用〕

上記した手段によれば、エピタキシャル層の成長面の面方位が $0.1 \sim 0.5^\circ$ 傾いているため結晶格子を構成する原子層の端部が表面に階段状に現われ、そこをシードとしてエピタキシャル層が成長を開始し、基板温度を 600°C 以上 700°C 以下と高く設定しているため、表面全体に亘って均一かつ緻密にエピタキシャル層が成長し、成長に伴う欠陥が生じにくくなる。

また、従来、面方位ジャスト品と呼ばれていた製品の範囲を、オフアングル 0.1° 以下に限定し、それとオフアングル $0.1 \sim 0.5^\circ$ のものとを区別しているため、エピタキシャル層の表面に欠陥が現われたり現われなかったりするのを防止できる。

〔実施例〕

以下、本発明を、InP基板上へMOCVD法によりInP結晶をエピタキシャル成長させる場

合を例にとって説明する。

先ず、成長を行なうInP基板として、基板表面が面方位 $\langle 100 \rangle$ より 0.5° 以内の適当な角度に傾くように鏡面加工したものを数10枚用意した。次に、各InP基板の面方位を正確に測定してから、その表面にMOCVD法によりエピタキシャル層を $3 \mu\text{m}$ の厚みに成長させた。なお、このMOCVD法によるエピタキシャル成長ではIII族原料としてトリメチルインジウムを用い、これを $1.2 \times 10^{-3} \text{ mol/分}$ の流量で流すとともに、V族原料にはホスフィン(PH_3)を用い、これを $1.2 \times 10^{-3} \text{ mol/分}$ の流量で流し、基板温度 650°C 、成長室内圧力 76 torr の条件で減圧成長を行なった。このとき、エピタキシャル層の成長速度は $1 \mu\text{m/時間}$ であった。

上記のようにして気相成長されたInP基板の表面を微分干渉顕微鏡で観察して、表面欠陥(涙状欠陥)の密度を測定した結果を第1図に示す。第1図は表面欠陥密度を縦軸、基板表面の面方位の傾き(オフアングル)を横軸にとって示してあ

る。

第1図より、面方位のずれが 0.05° 以内の基板の表面に形成されたエピタキシャル成長層の表面欠陥密度は、 $1.5 \times 10^4 \text{ cm}^{-2}$ 以上であるが、 $0.05^\circ \sim 0.10^\circ$ のオフアングルの基板では表面欠陥密度が $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^5 \text{ cm}^{-2}$ の範囲に減少し、さらに、 0.10° 以上のオフアングルの基板では、 $3 \times 10^5 \text{ cm}^{-2}$ 以下に減少していることが分かる。

また、第2図(A)、(B)にはオフアングルの 0.03° と 0.2° のInP基板上に成長させたエピタキシャル層の表面の微分干渉顕微鏡写真をそれぞれ示す。

同図より、基板表面の傾きが 0.03° の場合よりも 0.2° の方が大幅にエピタキシャル層の表面欠陥が少ないことが分かる。

この実施例では基板 650°C でエピタキシャル成長させているが、基板温度は $600 \sim 700^\circ\text{C}$ の範囲とされる。 600°C 未満では表面欠陥密度を十分に低減できず、 700°C を超えるとキャリ

(3)ア濃度が高くなるからである。

なお、上記実施例ではInP基板上にエピタキシャル層を成長させる場合を例にとって説明したが、この発明はInP基板のみでなく、GaAs等他の化合物半導体基板に適用できる。

[発明の効果]

以上説明したように、この発明は、化合物半導体単結晶ウェーハの表面を、その面方位が 100° 方向から角度で $0.1 \sim 0.5^\circ$ 傾くように鏡面加工した後、その表面に有機金属気相エピタキシャル法により、基板温度が $600 \sim 700^\circ\text{C}$ の条件でエピタキシャル層を成長させるようにしたので、エピタキシャル層の成長面の面方位が $0.1 \sim 0.5^\circ$ 傾いているため結晶格子を構成する原子層の端部が表面に階段状に現われ、そこをシードとしてエピタキシャル層が成長を開始するようになり、また基板温度を $600 \sim 700^\circ\text{C}$ と高く設定しているので、表面全体に亘って均一かつ緻密にエピタキシャル層が成長し、成長に伴う欠陥が生じにくくなる。

また、従来、面方位ジャスト品と呼ばれていた製品の範囲を、オフアングルの 0.1° 以下に限定し、それとオフアングルの $0.1 \sim 0.5^\circ$ のものとを区別しているため、エピタキシャル層の表面に欠陥が現われたり現われなかったりするのを防止できるという効果がある。

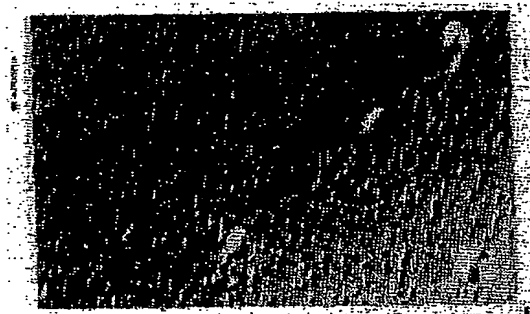
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明を適用して作成したInP基板の面方位の傾きとエピタキシャル成長層の表面の欠陥密度との関係を示す図、

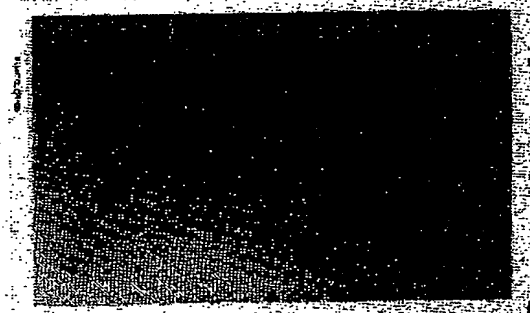
第2図(A)、(B)は基板表面の面方位の傾きが 0.03° と 0.2° の場合のエピタキシャル成長層の表面状態を示す顕微鏡写真(倍率100倍)である。

第2図

(A) x100



(B)

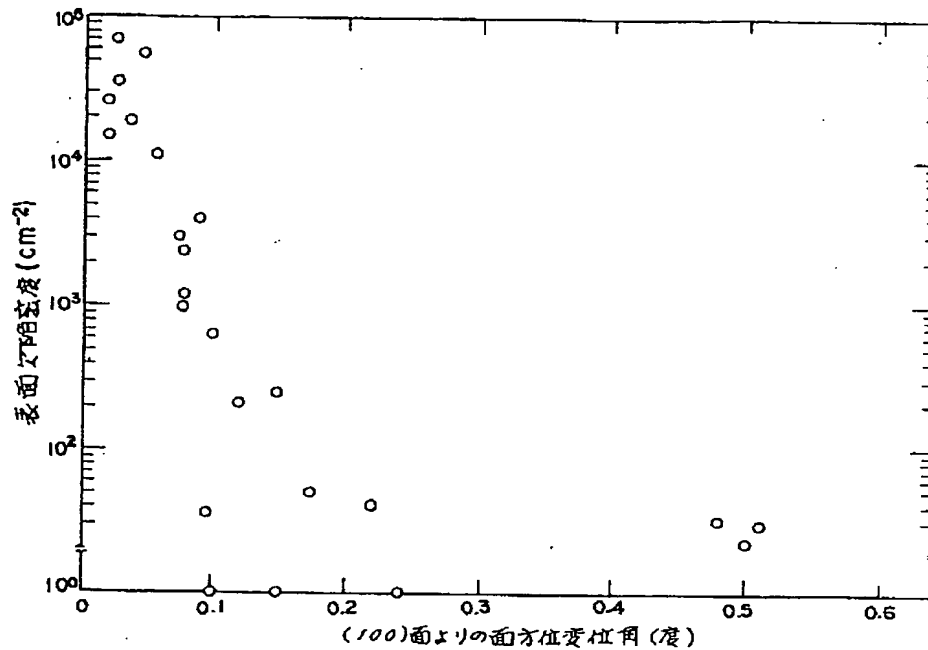


代理人 弁理士 大日方富雄
弁理士 荒船博司



(4)

第 1 図



手続補正書 (方式)

7. 補正の内容

(1)明細書第9頁第13行目に、「成長層の表面状態を示す顕微鏡写真」とあるのを、「成長層表面の結晶の構造を示す顕微鏡写真」と補正する。

平成 1年 6月13日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示

平成1年特許願第58247号



2. 発明の名称

エピタキシャル成長方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 日本鉱業株式会社



4. 代理人

〒162

住 所 東京都新宿区市谷本村町3番20号
新盛堂ビル別館5階 電話03(269)2811

氏 名 弁護士(8581) 大日方 富雄



5. 補正命令の日付 平成1年5月30日(発送日)

6. 補正の対象 明細書の「図面の簡単な説明」の欄

方式 審査

